

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA**



**Efecto de la gravedad específica de huevos incubables  
sobre el porcentaje de nacimiento y calidad del pollo recién  
nacido.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**ANA CLAUDIA ZAMORA SÁNCHEZ**

**TRUJILLO, PERÚ**

**2020**

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



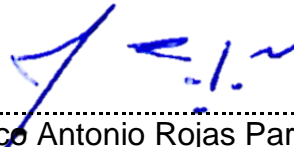
---

Ing. Dr. Wilson Lino Castillo Soto  
PRESIDENTE



---

Ing. Mg. César Eduardo Honorio Javes  
SECRETARIO



---

Ing. Marco Antonio Rojas Paredes  
VOCAL



---

MV. Mg. Luis Abraham Ortiz Tenorio  
ASESOR

## RESUMEN

El presente estudio fue conducido para determinar el efecto de la gravedad específica de huevos incubables Cobb 500 sobre la calidad (evaluación de calidad, peso y sexo) y el porcentaje de nacimiento (porcentaje total y mortalidad embrionaria) del pollo recién nacido, realizado en la planta de incubación "Tecniagro" S.A.C. Se evaluaron 1764 huevos de gallinas reproductoras de 52 semanas, distribuidos a través de un Diseño Completamente al Azar, agrupándose de acuerdo a la gravedad específica: menor a 1.075, entre 1.075 y 1.080 y mayor a 1.080 hallada mediante el método de sumersión en solución salina.

Los resultados de las variables de porcentaje de nacimiento, calidad y co-variable peso del pollo recién nacido fueron analizados, luego de comprobar que cumplan los requisitos de pruebas paramétricas, con la prueba de análisis de varianza, con una prueba múltiple de medias de tukey; mientras, para la evaluación del sexo y la mortalidad embrionaria, se aplicó mediante una tabla de contingencia con la prueba de chi cuadrado especificando cada uno de los criterios de análisis.

Se halló significancia estadística ( $p < 0.05$ ) para las variables de porcentaje de nacimiento y calidad de pollos recién nacidos, determinando así, que la gravedad específica mayor a 1.080 ( $> 1.080$ ) tiene mejor porcentaje de nacimiento y calidad de pollo recién nacido. Para las variables de peso y sexo, no se encontró significancia estadística ( $p > 0.05$ ); y la mortalidad embrionaria, en cuanto a huevos contaminados fue significativa para la misma categoría.

Se concluye que, la gravedad específica sí tiene efecto en el porcentaje de nacimiento y calidad de los pollos recién nacidos.

**Palabras clave:** Huevo incubable - Calidad de pollo BB - Gravedad específica -Nacimientos de pollo BB - Incubación.

## ABSTRACT

The present study was conducted to determine the effect of the specific gravity of Cobb 500 hatching eggs on the quality (evaluation of quality, weight and sex) and the percentage of hatch (total percentage and embryonic mortality) of the newborn chicken, carried out in the hatchery "Tecniagro" SAC 1764 52-week-old reproductive hens' eggs were evaluated, distributed through a Completely Random Design, grouping according to the specific gravity: less than 1,075, between 1,075 and 1,080 and more than 1,080 found. by means of the method of immersion in saline solution.

The results of the variables of percentage of birth, quality and co-variable weight of newborn chicken were analyzed, after verifying that they meet the requirements of parametric tests, with the test of analysis of variance, with a multiple test of means of tukey: while, for the evaluation of sex and embryonic mortality, it was applied by means of a contingency table with the chi-square test specifying each of the analysis criteria.

Statistical significance ( $p < 0.05$ ) was found for the variables of percentage of birth and quality of newborn chickens, thus determining that the specific gravity greater than 1,080 ( $> 1,080$ ) has a better percentage of birth and quality of newborn chicken. For the variables of weight and sex, no statistical significance was found ( $p > 0.05$ ); and embryonic mortality, regarding contaminated eggs was significantly for the same category.

It is concluded that the specific gravity does have an effect on the percentage of birth and the quality of the newborn chickens.

Key words: Hatchable egg – day-old chicken quality - Specific gravity - chicken hatch - Incubation

## ÍNDICE

	Pág.
CARATULA.....	i
APROBACIÓN POR JURADO DE TESIS .....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE .....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Anatomía del aparato reproductor de la gallina .....	3
2.2. Formación del huevo .....	4
2.2.1. Formación de la yema.....	5
2.2.2. Formación del cascarón .....	6
2.3. Estructura .....	9
2.3.1. Cáscara y membranas .....	9
2.3.2. Yema.....	12
2.3.3. Albumen o clara .....	13
2.4. Manejo de huevos fértiles.....	14
2.4.1. Recolección.....	14
2.4.2. Transporte.....	14
2.4.3. Desinfección.....	14
2.4.4. Selección.....	15
2.4.5. Almacenamiento.....	16
2.4.6. Peso de los huevos .....	17
2.5. Incubación .....	17
2.5.1. Temperatura y humedad.....	17
2.5.2. Ventilación.....	17
2.5.3. Rotación.....	18
2.6. Gravedad específica.....	18

2.6.1. Medición de la gravedad específica del huevo.....	19
2.6.2. Método de Arquímedes.....	20
2.6.3. Método de la solución salina.....	20
2.7. Densímetro.....	21
2.8. Pollo recién nacido.....	22
2.8.1. Peso.....	22
2.8.2. Sexaje.....	22
2.8.3. Calidad de pollos recién nacidos.....	23
2.8.4. Embriodiagnosisis.....	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1. Lugar y fecha de la investigación.....	27
3.2. Selección del lote de aves.....	27
3.3. Muestra.....	27
3.4. Grupos de evaluación en función de la gravedad específica.....	28
3.5. Medición de la gravedad específica mediante el método de solución salina.....	28
Proceso de preparación de las soluciones salinas.....	28
Medición de la gravedad específica de los huevos con fines de agrupación.....	29
3.6. Proceso de incubación.....	29
3.7. Variables evaluadas.....	29
3.7.1. Nacimiento.....	30
3.7.2. Calidad de los pollos recién nacidos.....	30
3.7.3. Peso al nacimiento.....	31
3.7.4. Sexo de los pollos recién nacidos.....	31
3.7.5. Mortalidad embrionaria.....	31
3.8. Diseño experimental.....	31
3.9. Análisis estadístico.....	32
IV. RESULTADOS.....	33
4.1. Nacimiento y peso al nacimiento de los pollos.....	33

4.2. Mortalidad embrionaria .....	33
4.3. Calidad de pollo recién nacido .....	34
4.4. Sexo	35
V. DISCUSIÓN .....	37
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES .....	42
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	43
IX. ANEXOS .....	49

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Condiciones para conservación de los huevos para incubar ..	16
Cuadro 2. Porcentaje de nacimiento afectado por el tiempo de almacenamiento. ....	16
Cuadro 3. Ruptura de huevos relacionado a la gravedad específica.....	19
Cuadro 4. Relación entre la concentración de la gravedad específica y la calidad del huevo .....	21
Cuadro 5 Porcentaje de nacimiento y peso al nacimiento de pollitos en función de la gravedad específica del huevo. ....	33
Cuadro 6. Recuento de la embriodiagnosia en relación de la gravedad específica del huevo. ....	34
Cuadro 7. Calidad de los pollos recién nacidos, mediante el método de Cervantes en función de la gravedad específica del huevo. ....	35
Cuadro 8. Recuento del sexaje en relación a la gravedad específica del huevo .....	36



## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Flujograma de la determinación de la gravedad específica mediante la sumersión en solución salina .....	49
Anexo 2. Contabilidad de los huevos incubados de los 3 grupos.....	50
Anexo 3. Prueba Cervantes para la evaluación física .....	51
Anexo 4. Embriodiagnosis .....	52
Anexo 5. Evaluación de variables.....	53

## I. INTRODUCCIÓN

La tendencia de aumentar de la industria avícola, en especial la producción de carne de pollo, es reportada de acuerdo al MINAGRI en el año 2018, la producción de carne de ave fue de 1 581.767 toneladas, representado un crecimiento de 7.5% en comparación al 2017. Respecto a colocaciones de pollos BB de carne estas fueron de 764.824 miles unidades. Se estima que los números sigan en aumento, se calculó un aumento del 5-6% de consumo de carne de pollo y un aumento de 4-5% en la colocación de pollos BB de carne.

Trabajar con materias primas de la mejor calidad es importante para el desempeño en producción. En la producción de pollo de carne, el primer paso para obtener los estándares prometidos por la genética es tener pollos recién nacidos de buena calidad. Dentro de la planta de incubación se espera un pollo con buen peso con pico grande y bien formado; largo, bien desarrollado anatómicamente, con ojos grandes y brillantes órganos internos bien desarrollados, sin mucho o casi nada de residuo de yema, ombligos bien cicatrizados, gran vitalidad: móviles, en alerta, no postrados (Cortázar, 2008).

Sin embargo, son descritas múltiples patologías perinatales y mortalidades embrionarias cuyas razones pueden variar dentro del proceso de incubación. Ejemplificando, onfalitis, aspergilosis, problemas para pararse, deshidratación, malformaciones, huevos contaminados que no llegan a eclosionar, son algunos de los inconvenientes que surgen dentro de la incubadora (Plano y Di Matteo, 2001).

Con el fin de conseguir el éxito en la eclosión, se toman en cuenta diversos parámetros dentro de la planta incubadora. Estos son,

temperatura apropiada de almacén pre-incubación, desinfección de los huevos, temperatura de los huevos, calidad de la cáscara de huevo, temperatura de la incubadora, humedad de la incubadora, humedad y temperatura en la nacedora, recuentos bacteriológicos en el aire o sobre las paredes de las nacedoras y pérdidas de humedad del huevo (Ricaurte, 2005).

Muy poca importancia se le da a la calidad de la cáscara del huevo, en término de gravedad específica. Considerándolo un factor que puede ayudar a conseguir un pollo de mejor calidad y prevenir la aparición de patologías y pérdida de huevos desde las reproductoras (Álvarez, 2015; Plano y Di Matteo, 2001)

La gravedad específica se utiliza para determinar la calidad del cascarón (Bramwell, 2008), el método más utilizado es la sumersión en solución salina. Hay otros métodos para esta, sin embargo, son considerados muy laboriosos y se requiere eliminar huevos frescos, haciendo una práctica poco económica (Costa, 2018).

Al demostrar que la gravedad específica influye en la calidad de los pollos recién nacidos y en el porcentaje de nacimientos, entonces tendremos las opciones de implementar esta medición como rutina en las incubadoras, mejorar la uniformidad de los pollos y evitar pérdidas económicas.

## **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Anatomía del aparato reproductor de la gallina**

Para las aves es común aparearse a las 18 semanas o 4 meses (Quintana, 1999), para este momento el aparato reproductor ya debe estar desarrollado. Este consta de ovario y oviducto izquierdo, ya que el derecho se atrofia cuando la gallina crece. Sin embargo, para producirse la reproducción, el cerebro, el hígado y sistema óseo tienen un papel clave en esta; específicamente, en la activación de la ovulación (regulada por la interacción que hay entre el estímulo de luz, la hipófisis, la gónada, el hipotálamo, y las glándulas tiroideas y adrenales) y la formación del huevo (Castello, 2010).

Antes de la formación del huevo, el ovario es una masa de folículos que dan origen a los óvulos, los cuales madurarán para llegar a ser yemas que darán vida al pollo (North, 1986).

Un folículo consiste en un oocito u ovocito y varias capas de tejidos, estos son: membrana vitelina y zona radiada, capa peri vitelina, capa granulosa, teca (interna y externa), tejido conectivo laxo y epitelio superficial (Hafez, 2000).

#### **a. El oviducto.**

El oviducto es un tubo mide 70 cm de largo y pesa 40 g, este se extiende dorso lateralmente en la cavidad abdominal (Gilbert, 1979 y Castello, 2010) por el cual pasa la yema para convertirse en huevo, luego de la primera ovulación se expande en tamaño y grosor. Consta de:

- Infundíbulo: Parte superior, forma de embudo, acá la yema es capturada tras la ovulación (Castello, 2010).
- Magnum: Sección más larga, en donde se sintetizan todas las proteínas del albumen (Castello, 2010).
- Istmo: Parte relativamente corta donde se forman las membranas del cascaron interna y externo (North, 1986).
- Útero: Tiene una longitud de aproximadamente 10 a 12 cm y es en donde se forma el cascarón (North, 1986).
- Vagina: De 12 cm, sin ninguna función en la formación del huevo. Sirve de ducto para la expulsión del huevo (North, 1986 y Castello, 2010).
- Cloaca: Donde se retiene hasta la ovoposición (North, 1986).
- Ano: Donde se expulsa.

## **2.2. Formación del huevo**

Las gallinas empiezan su edad reproductiva entre las 18 y 19 semanas, siendo sus huevos incubables a partir de las 25 semanas. Ulmer y otros (2018) determinó que los huevos de gallinas de 50 – 60 semanas de edad son más incubables, con mejor tiempo de eclosión y con mejor peso de pollo en relación con gallinas de 29 semanas.

Como antes mencionado la formación del huevo se produce en las dos partes del sistema reproductor. Los folículos del ovario izquierdo se presentan en distintas etapas de desarrollo, de 5 a 10 se hayan en fase de crecimiento rápido, sin embargo, hay más de 10000 pequeños (Castello, 2010).

### **2.2.1. Formación de la yema**

Según North (1986), 11 días antes del primer huevo la parte frontal de la glándula pituitaria produce la hormona folículo-estimulante (FSH) cuya función es estimular el aumento de tamaño de folículos del ovario.

El ovario, a su vez, genera progesterona, estrógeno y testosterona. Los altos niveles de estrógeno en el plasma sanguíneo producen 3 cosas importantes: estimulación del desarrollo del hueso medular, estimulación del hígado que formará la proteína y los lípidos para la yema y el aumento del tamaño del oviducto, preparándolo para la producción de proteínas de la albúmina, membranas del cascarón y carbonato de calcio del cascarón y cutícula.

La yema se produce en el hígado en grandes cantidades junto con la primera ovulación, la forma en la que se transporta es por medio de la sangre directamente hasta el óvulo. La yema que ya está situada en el óvulo demora 10 días para madurar, es decir, para que un ovocito se convierta en óvulo se requieren de 8 a 10 días (Hafez, 2000). Según Castello (2010), es desarrollada en un ovocito rodeado de una membrana folicular muy vascularizada. El depósito de la yema es lento y de color claro no toma su color amarillo característica sino hasta que la xantofila llega hasta ahí por medio del torrente sanguíneo luego de consumirse en el alimento.

El óvulo alcanza un diámetro 6mm y desde ese momento aumenta 4mm al día. Para el momento en el que el primer huevo se pone ya hay de 5 a 10 yemas en proceso de desarrollo.

Compuesta por proteínas y grasas (lípidos) las cuales se combinan para formar las lipoproteínas. Dos tercios de estas forman la Fracción de

Baja Densidad (FBD) la cual se sintetiza en el hígado por la acción de los estrógenos. La FBD en forma de partículas intactas abandona el plasma sanguíneo las cuales se depositan en el folículo ovárico en desarrollo (North, 1986).

Como se sabe, la yema es el alimento del blastómero que se convertirá en embrión. La yema va junto del disco germinal y hacia abajo de este, manteniéndose en la parte superior de la masa globular de la yema. En la ovoposición, el huevo hace una rotación con el fin de que el disco germinal quede en la parte superior (North, 1986).

### **2.2.2. Formación del cascarón**

Las diversas ramificaciones de la arteria ovárica recubren el óvulo para el desarrollo de la yema, dándole una apariencia vascular, excepto en el estigma debido a que la rotura del folículo madura se produce ahí para que el óvulo se desprenda del ovario hacia el infundíbulo. La rotura del estigma es causada por una cascada hormonal, en donde la progesterona estimula al hipotálamo el cual causa la eliminación de LH y esta es la que ocasiona la rotura (North, 1986). A los 30 minutos luego de la puesta del huevo hay un nuevo ciclo de ovulación (Hafez, 2000).

A los 17 minutos de que el folículo se rompe y se libera la yema, esta entra en el oviducto.

El infundíbulo es la parte superior del oviducto con forma de embudo ya que su función es captar y englobar la yema para que esta entre al oviducto (North, 1986). Jordan y otros (1998) citado por Sandí (2016) dice que la duración de estadía de esta es de 15 a 30 minutos en los cuales se forman las dos capas externas de la membrana vitelina para evitar el ingreso de agua a partir de la clara. Es normal que la yema caiga en la

cavidad abdominal o la bolsa del ovario, es por esto que por medio de contracciones entra al infundíbulo, el resto se reabsorbe (North, 1986).

La siguiente parte es el magnum cuyo recorrido dura tres horas, en donde son sintetizadas las proteínas que forman el albumen, reguladas por las hormonas esteroideas ováricas. El magnum contiene glándulas tubulares y células caliciformes, las cuales son las encargadas de la producción de las proteínas que forman el albumen. Las glándulas tubulares secretan ovoalbúmina, ovotransferina y lisozima, entre otras, las cuales equivalen; las células caliciformes, avidina y ovomucina (Castello, 2010).

La albúmina está compuesta por cuatro capas, las cuales se producen en el magnum: líquido interno blanco (17.3%), densa blanca (57%), chalazas (2.7%), y la externa delgada blanca (23%), siendo esta última no completada sino hasta llegar al útero donde se agrega agua (North, 1986). Es debido a la deshidratación que el albumen tiene un aspecto denso y gelatinoso (Castello, 2010).

A continuación, la yema y el albumen recién formado pasan al istmo por aproximadamente una hora, donde se da la forma final del huevo, formando acá las membranas internas y externas del cascarón. Están compuestas de fibras de proteína. La interna es sobreexpuesta, seguida de la externa que es tres veces más gruesa. En un momento estas dos membranas se separan en un punto y forman la cámara de aire. Momentos antes de salir del istmo aparecen pequeñas agrupaciones de calcio en la parte externa de las membranas, los cuales son los sitios de iniciación de los depósitos de calcio.

El útero es la glándula donde se forma el cascarón, acá el huevo se queda por 18 a 20 horas. Al momento en el que el huevo entra al útero, se



deposita agua y sales minerales en las membranas del cascarón mediante osmosis. Esto provoca la separación de adherencias en las membranas y licuefacción de la parte de la albúmina delgada la cual dará origen a la membrana externa delgada blanca (North, 1986). También se produce una fase conocida como “plumping” (rellenado), el cual es el proceso por el cual se hidrata el albumen. Además, el huevo rota logrando que las fibras proteicas del albumen denso hagan torsiones y se produzcan las chalazas (Castello, 2010).

Una gran cantidad de glándulas coquiliares se encuentran bajo el epitelio; estas son las responsables de transportar iones de calcio y luz al útero, la calbindina (un transportador específico) ayuda en el transporte de estos (Castello, 2010).

Sobre los sitios de depósito, formados en el istmo, se deposita el primer cascarón para formar la capa mamilar. Es una capa esponjosa compuesta de cristales de carbonato de calcio. Luego de esta, se adiciona el cascarón externo, formado de una capa dura de cristales de carbonato de calcio, dos veces más gruesa que el de la capa interna y tiene un color yeso (North, 1986).

La pigmentación de la cáscara se produce por las porfirinas, pigmentos derivados del metabolismo de la hemoglobina. Dependen de la genética de la gallina y se depositan en dos últimas horas de la formación del huevo (Castello, 2010).

La cutícula se forma en el útero y es la última capa concéntrica del huevo. Está sobrepuesta al cascarón, compuesta por material orgánico. Sirve como aislante y evita la penetración de bacterias al interior del huevo luego de la puesta (North, 1986).

### **a. Importancia del calcio en la formación del cascarón**

Existen dos fuentes importantes de calcio para que se produzca el cascarón: el alimento y los huesos medulares. En el día, el ave se alimenta regularmente, lo cual hace que el calcio necesario salga del yeyuno y duodeno (Castello, 2010), sin embargo, en las noches el ave no se alimenta, haciendo al hueso medular la fuente principal de calcio (North, 1986).

El hueso medular se forma con 10 a 14 días de iniciarse la puesta de los huevos. Sin embargo, no se debe de explotar este recurso de manera indiscriminada, debido a que la formación de seis huevos representa la pérdida de 40% del total del calcio en el esqueleto, es por esto que se debe de tener un continuo aporte calcio dietético (North, 1986).

Al terminar el proceso en el útero, el huevo ya formado pasa a la vagina y luego a la cloaca donde puede retenerse por varias horas si es necesario, sin embargo, usualmente es de expulsión rápida (North, 1986).

## **2.3. Estructura**

El huevo está formado por un cascarón, una yema y una clara o albúmina que rodea a esta. El porcentaje estándar de cada una es de 31% de yema, 58% de albúmina y 11% de cascarón y sus membranas (North, 1986).

### **2.3.1. Cáscara y membranas**

El cascarón del huevo tiene una conformación de 65% agua (North, 1986) y constituye el 11% del total del huevo (Haynes, 1990). Mide 350 mm de grosor. Formado por cristales de carbonato de calcio puro. Presenta

poros cuya función es permitir el paso de gases.

Se describe como una barrera física que evita el ingreso de agentes que alteren el microambiente del embrión, da soporte para mantener la orientación del contenido y proporciona resistencia mecánica. Su resistencia se determina por espesor y curvatura (Hafez, 2000).

Haynes (1990) describe al cascaron con tres capas importantes (la cutícula, capa mamilar o interna y la capa esponjosa), sin embargo, Castello (2010) describe cinco partes diferentes que son vistas en detalle al acercarnos:

- Las membranas testáceas (interna y externa). Se encuentran en la parte interna de la cáscara y están fuertemente unidas a esta, exceptuando en el área de la cámara de aire. Protege la clara contra la contaminación microbiana.
- La capa mamilar: Conocida también como capa calcificada interna. Constituida por conos o núcleos, fijados a las fibras de una membrana testácea externa, en la cual se realiza la calcificación.
- La capa empalizada: La más gruesa, representa 2/3 del total. Constituida por columnas de carbonato cálcico formadas y entrelazadas. Las placas de calcita formadas brinda rigidez al cascarón.
- Capa de cristales verticales: Lugar donde la cristalización cambia de dirección
- Cutícula: Capa más externa. Al momento de la puesta el material es húmedo, ya que al secarse se cierran los poros para evitar el intercambio de aire y humedad, así como la penetración de bacterias.

Adicionalmente, la cáscara o cascarón se encarga de proporcionar el calcio necesario para el desarrollo del embrión (Hafez, 2000).

La pigmentación se produce en el útero al momento de la formación del cascarón, son los responsables de dar el color. La tonalidad y densidad de este es completamente distinto para cada ave o línea. Así como hay aves que ponen huevos muy oscuros de cascaron, hay otras que pueden producirlos totalmente blancos (North, 1986). Sin embargo, la cáscara no afecta el sabor, valor nutritivo o características culinarias del huevo (Castello, 2010).

Los factores que afectan la calidad del cascarón del huevo son múltiples.

- La edad de la gallina. Conforme la postura avanza, la calidad del huevo es menor. La gallina no produce la misma cantidad de carbonato de calcio (North, 1986). Ortiz y otros (2009) describen que el tamaño del huevo aumenta, sin embargo, el peso de la cáscara se mantiene o disminuye. Reduciéndose el porcentaje de cáscara y haciéndolo más frágil. En un estudio (Novo, 1997), se evaluó el efecto de la edad de la reproductora respecto a la gravedad específica. La gravedad específica fue, en promedio, de 1.0799 en gallinas de 65 semanas sin suplemento extra de calcio
- Incremento en la temperatura ambiental. El clima caluroso es obstáculo para la buena incubación debido a que disminuye el consumo de alimento causando desequilibrio nutricional y hay un deterioro más rápido durante la fase de pre incubación.
- Estrés calórico. En temperaturas altas el ave gasta su energía para poder mantener una temperatura normal y actividad metabólica. Esto produce que no haya energía para la producción de huevo. Además, más fisiológicamente, el estrés calórico produce cáscaras más delgadas y débiles ya que se produce una interrupción de ácido/base en la sangre debido al jadeo. El jadeo o hiperventilación provoca una

pérdida excesiva de CO<sub>2</sub> en sangre. Cuando se produce esta disminución hay un desequilibrio de pH en sangre, haciéndolo más alcalino. Con este aumento de pH se reduce la actividad de la enzima anhidrasa carbónica. Toda esta cascada resulta en una reducción de iones de calcio y carbonato que es transferido de la sangre al útero (Avinews, 2016).

- Ciertas enfermedades como la bronquitis o Newcastle disminuyen la fertilidad, producen mortalidad embrionario o infecciones en los huevos recién nacidos (Quintana, 1999).
- Nutrición: Dietas deficientes en riboflavina, magnesio, Vitamina A, D, B12, E, ácido pantoténico, ácido fólico, aminoácidos o zinc producen descenso de fertilidad o incubabilidad (Quintana, 1999).
- Recolección del huevo del ponedero: Se debe de tener un programa de recolección continua. De esta manera se reduce el porcentaje de huevos cascados y sucios y se mantiene el porcentaje óptimo de fertilidad.
- Traslados: Huevos rotos o movidos.

Un factor importante es el grosor del cascarón. Un cascarón con un espesor menor a 0.27 mm es poco probable que complete la incubación, sin embargo, aquellos con espesor de 0.33mm a 0.37mm llegarán a tener resultados muy favorables (North, 1986).

### **2.3.2. Yema**

La tercera parte de la masa del huevo la comprende la yema y está rodeada por 4 capas de una membrana. Las dos capas externas derivan del oviducto; mientras las dos internas, del ovario.

Compuesta por 50% de agua, 32% de lípidos y 16% de proteínas. Es una mezcla heterogénea de proteínas, lípidos, pigmentos y demás componentes orgánicos e inorgánicos menores. Todos estos componentes

dan los nutrientes necesarios para la embriogénesis.

Además de nutrientes, contiene Inmunoglobulina G, dándole al embrión la inmunidad materna (Hafez, 2000).

Sus partes son: disco germinal o blastodermo, latebra, capa de yema clara, capa de yema oscura y membrana de yema (vitelina) (Haynes, 1990).

El disco germinal blanco se encuentra sobre un lado de la yema. Es a partir de esta estructura que se empieza a desarrollar el embrión. Una estructura tubular se extiende desde el centro de la yema hasta el disco germinal, es por donde se alimenta al embrión por la yema, a través de la latebra (Haynes, 1990).

### **2.3.3. Albumen o clara**

Rodea a la yema posicionándola en el centro del huevo. Consta del 58% del peso total de este y tiene siete regiones principales (dos ligamentos de la albúmina, chalazas, capa chalaciferica, clara delgada interna, clara espesa o interna y capa delga externa). Estas contienen 40 proteínas, algunas de las cuales son únicas de gallinas ponedoras (Hafez, 2000).

La albúmina forma un manto acuoso impidiendo la desecación, sirviendo de reserva principal de agua para el embrión. Muchas de estas proteínas, vitaminas y minerales tienen propiedades bactericidas, de actividad enzimática o inhibidora de enzimas, in vitro (Hafez, 2000).

Las chalazas son estructuras blancas y torcidas que se extienden a cada extremo de la yema. Mantienen a la yema en el centro del huevo, evitando que rebote y se rompa (Haynes, 1990).

## **2.4. Manejo de huevos fértiles**

### **2.4.1. Recolección**

Se debe tener un cronograma de recolección continua. Se debe recoger los huevos con mayor frecuencia a las horas en las que las gallinas tengan mayor producción. Tres recolecciones en la mañana y una por la tarde son suficientes en climas templados o fríos, sin embargo, en climas calientes este número debe aumentar (Quintana, 1999).

Se deben colocar directamente los huevos en jabs de plástico limpios e íntegros, de esta forma el aire circulará de mejor forma entre los huevos, haciendo que se enfríen y tengan mejor fumigación (Quintana, 1999).

### **2.4.2. Transporte**

Los camiones encargados del transporte deben de estar limpios y desinfectados, tener buena suspensión, aislamiento térmico y manejados con precaución. Así se evitará desplazamientos de cámara de aire, ruptura de cascarones frágiles y desprendimientos de chalazas (Quintana, 1999).

### **2.4.3. Desinfección**

Quintana (1999) describe este proceso como necesario con el fin de reducir los problemas por contaminación. Son utilizados varios métodos para desinfectar los cascarones, entre ellos tenemos: formaldehído, cuaternario de amonio, dióxido de cloro, ozono ( $O_3$ ), lavado de los huevos.

#### 2.4.4. Selección

La pobre calidad de los huevos incubables produce que estos no nazcan tan bien como los de buena calidad. Es por esto que se debe de evitar incubarlos (North, 1986).

Se refiere a calidad a la condición externa del cascarón, la condición del cascarón en sí y su contenido. Algunas características físicas evidentes son:

- Tamaño del huevo: los huevos muy chicos no producen nacimientos satisfactorios, así como los extremadamente grandes. De acuerdo a con el periodo en que la parvada esté produciendo varía la incidencia (North, 1986).
- Forma: No tienen buena incubación los huevos largos, delgados o redondos, aquellos que tienen arrugas, terminaciones puntiagudas. Estos defectos se heredan y no deben producir una nueva generación (North, 1986).
- Color de cascarón: Los huevos con un cascarón más oscuro incuban mejor en comparación con los más claros. Sin embargo, es un factor genético (North, 1986).
- Calidad de cascarón: Aquellos huevos con cascarón poroso, delgado y yesoso no incuban bien. Este factor no es heredado y, parcialmente, depende de la nutrición de la madre y en la temperatura del ambiente encontrado (North, 1986).
- Calidad interior: Los huevos incubables deben manejarse con mucho cuidado debido a que las cámaras de aire pueden agrandarse luego de agitarse.

Por otro lado, cuando la lectura de las unidades Haugh en albúmina es superior a 80 unidades será mejor la incubación. Debido a que está



relacionado con la pérdida de viscosidad por un largo almacenamiento (North, 1986).

#### 2.4.5. Almacenamiento

La planta incubadora debe de contar con una sala especial para el almacenamiento de los huevos recolectados de las granjas reproductoras. Las condiciones de temperatura y humedad varían de acuerdo a los días en los cuales el huevo se quedará almacenado como está mostrado en el Cuadro 1 (Solé y Castelló,1986).

Cuadro 1. Condiciones para conservación de los huevos para incubar

Almacenamiento (días)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
1 a 3	17 – 20	70 – 75
4 a 7	14 - 17	75 - 80
8 a 14	11 – 14	80 – 85

Fuente: Solé y Castelló (1986)

De misma manera, en el cuadro 2, el tiempo de almacenamiento que tienen los huevos está relacionado con el porcentaje de nacimientos de estos (North, 1986)

Cuadro 2. Porcentaje de nacimiento afectado por el tiempo de almacenamiento.

Almacenamiento (días)	Incubabilidad de huevos fértiles (%)
25	0
22	26
19	30
16	44
13	56
10	68
7	79
4	87
1	88

Fuente: North (1986)

#### **2.4.6. Peso de los huevos**

##### **a. Peso para incubar**

Los huevos que presentan menor porcentaje de nacimiento son los excesivamente livianos o grandes (de menos de 49 g y de más de 70 g). Se recomienda que el peso del huevo esté entre 52g y 68g (Hernando, 1990).

##### **b. Pérdida de peso**

Durante el proceso de incubación, los huevos deben de perder entre 11 a 14 % de su peso (Peebles y otros, 2001).

#### **2.5. Incubación**

##### **2.5.1. Temperatura y humedad**

En la incubación para los huevos fértiles de reproductoras pesadas la temperatura optima oscila entre 37 y 38 °C (Lundy, 1969). La humedad cumple un papel importante, ya que es la que regula la pérdida de peso en los huevos incubado, pues es producida por la pérdida de agua que se produce con la finalidad de tener una cámara de aire para que el embrión tenga una ventilación pulmonar adecuada.

##### **2.5.2. Ventilación**

El paso libre de bióxido de carbono, nitrógeno, oxígeno y vapor de agua por los poros del cascarón es importante para el desarrollo del embrión ya que debe de expulsar bióxido de carbono y humedad y recibir oxígeno (North, 1986).

Los abanicos son importantes no solo para circular el aire, sino para eliminar el calor. Desde el día 13 el embrión tendrá la necesidad de disipar el calor (North, 1986).

### 2.5.3. Rotación

Necesaria y realizada con el fin de prevenir la adhesión del embrión al cascarón; favorece el cierre de la membrana corioalantoidea y la utilización del albumen por el embrión (Deeming, 2002). Las incubadoras actuales cuentan con mecanismos que hacen girar 45° al huevo cada hora (Lesur, 2003).

## 2.6. Gravedad específica

También conocida como peso específico o densidad relativa, es la relación o cociente existente entre la densidad de una sustancia (sólida o líquida) y la densidad de otra referencial; usualmente se utiliza el agua (García, 2015).

La particularidad de la gravedad específica es que no posee unidades; esto debido a que el denominador y el numerador tienen una misma unidad, por consiguiente, se anulan. Por esto, no es definida como la densidad absoluta, sino como la densidad relativa (García, 2015). Es representada por la siguiente fórmula:

$$GE = \frac{\rho \text{ sustancia}}{\rho_0 \text{ agua}}$$

Donde:

GE = Gravedad específica

$\rho$  = densidad de la sustancia

$\rho_0$  = densidad de agua

### 2.6.1. Medición de la gravedad específica del huevo

La gravedad específica está directamente relacionada con el grosor de la cáscara y, por ende, con la frecuencia de rupturas de esta, así como está descrito en el Cuadro 3 (Quintana, 2011).

Cuadro 3. Ruptura de huevos relacionado a la gravedad específica

Gravedad específica	Roturas (%)
1.090	0.7
1.085	2.4
1.080	7.5
1.075	11.1
1.070	21.0
1.065	27.3

Fuente: Ernst (1979), citado por North (1986).

Quintana (2011) afirma que conforme la gravedad específica aumenta, indicaría una mayor fuerza estructural, mayor grosor del cascarón, y frescura del producto. Asimismo, Bramwell y otros (2019) describieron que la buena calidad de la cáscara es importante para poder maximizar la producción de los pollos de engorde desde las gallinas reproductoras. Gualhanone y otros (2012) describen que no hay diferencia significativa entre la gravedad específica de los huevos puestos y la edad de la gallina reproductora; es decir, la edad no afecta a la gravedad específica.

Para medir la calidad de la cáscara del huevo existen diversos tipos de métodos: pérdida de peso durante la fase de incubación, peso de cáscara, concentración de poros, grosor de cáscara, conductancia relativa de la cáscara o vapor de agua. Sin embargo, Costa (2018) señala que estos métodos no son muy convenientes de utilizar rutinariamente en incubadora,

ya que son muy laboriosos y se requiere eliminar huevos incubables para poder hacer el análisis, haciendo que haya una pérdida económica.

Por esta razón, se opta por obtener la calidad de la cáscara utilizando el método de la determinación de la gravedad específica, ya que no es destructiva, es bastante sencilla de realizar (Costa, 2018).

### **2.6.2. Método de Arquímedes**

Se pesan los huevos individualmente y luego, en el agua (Bramwell, 2010).

Fórmula:

$$GE = \frac{\textit{peso de huevo seco}}{(\textit{peso de huevo} - \textit{peso huevo húmedo})}$$

Donde:

GE = gravedad específica

### **2.6.3. Método de la solución salina**

Este método es el más utilizado, debido a que tiene más facilidad de realizarse, a su rapidez y que se pueden llegar a medir grandes cantidades de huevos con un mínimo efecto sobre estos. Se utilizan tinajas o baldes de agua, cada una con diferente y mayor concentración que su predecesora. La gravedad específica del huevo es en la que este flote. Las concentraciones más utilizadas son de 1.070, 1.075, 1.080, 1.085 y 1.090 (Bramwell, 2010).

Cuadro 4. Relación entre la concentración de la gravedad específica y la calidad del huevo

Gravedad específica	Calidad
<1.077	Muy mala
1.077-1.079	Regular-mala
1.079-1.080	Neutra
1.081-1.090	Buena
>1.090	Muy Buena

Fuente: Redondo (2003)

Costa para Cobb (2018) sugiere la utilización de cuatro densidades: 1.065, 1.070, 1.075 y 1.080, dividiéndose en cinco categorías: <1.065, entre 1.065 y 1.070, entre 1.070 y 1.075, entre 1.075 y 1.080 y >1.080 (Costa, 2018). Esto puede ser debido a que se ha comprobado que la gravedad específica de 1.080 es el punto que divide una buena o mala calidad de cáscara (Cuadro 4).

## 2.7. Densímetro

Se define como un instrumento que sirve para determinar la densidad o el peso específico de los líquidos o sólidos (DRAE, 2017). Está hecho de vidrio y al extremo tiene un cilindro hueco con un bulbo pesado para poder flotar en posición vertical (EcoRed, 2019).

En inglés se utiliza el término “hydrometer”, sin embargo, si se traduce al español, el “hidrómetro” es un instrumento distinto que sirve para medir el caudal, velocidad y fuerza de un líquido en movimiento (EcoRed, 2019).

## **2.8. Pollo recién nacido**

La genética de los pollos broiler ha evolucionado a especies de alto rendimiento, los cuales requieren de ajustes más precisos de parámetros de incubación y crianza (Cortázar, 2008).

Un pollo de un día de buena calidad quiere decir que los pollos que son llevados a granja (con buenas condiciones de manejo e instalación) tienen el potencial de llegar a obtener buen performance, con buen peso y baja mortalidad (Abad y García, 2013).

### **2.8.1. Peso**

Willemsen y otros (2008) demostraron una correlación positiva entre el peso del pollo recién nacido con el peso final a los 42 días. Asimismo, se demostró que el largo del pollo, largo de pata, largo de pata más el tercer dedo e índice de masa corporal, no tienen correlación positiva con el peso final del pollo.

### **2.8.2. Sexaje**

Se ha estudiado la relación existente entre el sexo de los pollos nacidos y la temperatura (Tzschentke y otro, 2010; El-zening y otros, 2010), hora de la ovoposición (2019), entre otros. Sin embargo, no se encuentra información respecto a la posible relación entre el sexo y la gravedad específica del huevo incubable.

Se han descrito diversos métodos para la identificación del sexo del pollo de un día (Kaleta y otro, 2008), no obstante, el método más utilizado dentro de la planta de incubación es sexaje por el crecimiento de las plumas en las alas de los pollos.

Los genes encargados de controlar el crecimiento de las alas están vinculados con el gen del sexo. El plumaje lento es dominante sobre el plumaje rápido, permitiéndose separar a los pollos poseedores de este; es comparada la longitud de las plumas primarias y coberturas de las alas, cuando está presente el alelo dominante, las plumas primarias tienen mayor longitud que las coberteras (Campo 2004). Los pollos hembra son de emplumaje rápido, mientras los machos son de emplumaje lento. La diferencia en el tamaño de la pluma es claramente visible incluso al día de nacido (Kaleta y otro, 2008).

### **2.8.3. Calidad de pollos recién nacidos.**

Existen diversos tipos de pruebas para observar si un pollo es de calidad o no: midiendo la longitud de su tamaño, peso, actividad, métodos más subjetivos como observar su comportamiento únicamente, entre otros. Sin embargo, el más resaltante y el que se ha estado utilizando desde su invención es de Héctor Cervantes (Cortázar, 2008).

#### **a. Método de Cervantes**

En 1993 Héctor Cervantes presentó en un Simposio y Taller de Reproductoras Pesadas e incubación, por primera vez su trabajo sobre un nuevo e innovador método para poder evaluar la calidad de los pollos recién nacidos en base a parámetros físicos y microbiológicos, siendo una calificación numérica de 1 al 100 (Cervantes, 2010). Este método tiene en cuenta tres tipos de condiciones del pollo.

- Física: Media del promedio mínimo de peso, pollos uniformes, libres de deformidades y correctamente hidratados (Cortázar, 2008).
- Microbiológica: Bacterias patógenas y hongos ausentes (Cortázar, 2008).



- Serológica: Anticuerpos maternos adecuados y libres de micoplasmas (Cortázar, 2008)

Hasta ese momento las evaluaciones en planta de incubación eran subjetivas y los resultados eran a criterio del encargado. Cervantes creó un formato en el que cada enunciado es multiplicado por un factor respecto al nivel de importancia que tenía; por ejemplo, uno de los menores enunciados es ojos y el mayor es ombligo (Astullido y otro, 2016). Esto puede ser debido a que se toma mucho en cuenta la calidad de ombligo ya que podría producir infecciones futuras en el pollo.

Según Pachón (2007) un pollo de buena calidad debe tener: patas fuertes, buena uniformidad, ombligo bien cicatrizado, pico bien formado y huesos fuertes; debe ser brillante, alerta, fuerte y activo y debe estar libre de defectos anatómicos. Tiene que estar libre de contaminación bacteriana, niveles de anticuerpos adecuados para algunas enfermedades, reacción post-vacunal de tipo respiratorio dentro de los límites, tolerancia a desviaciones en el manejo inicial.

En un estudio realizado, se comparó el estado físico de los pollos de las líneas Cobb 500 y Ross 308 de un día utilizando el método de Cervantes. Se evaluó el peso, apariencia (apático o normal), piernas (torcidas o normales), tarsos (rojos o normales), dedos (torcidos, enroscados o normales), ojos (anormales o normales), cloaca (emplastada o normal), ombligo (anormal o normal) e hidratación (deshidratado o normal) (Astullido y Zhingre, 2016). Asimismo, se encontraron en los exámenes microbiológicos y serológicos el nivel esperado: muy bueno.

#### 2.8.4. Embriodiagnosis

Es un diagnóstico de la mortalidad embrionaria para observar en qué momento se interrumpió la incubación. Se recomienda, para realizar la práctica, abrir los huevos de la parte superior (cámara de aire), ya que se observa el interior más minuciosamente (Plano y Di Matteo, 2001).

Plano y Di Matteo (2001) clasifican en categorías el diagnóstico, de acuerdo al momento de la interrupción de la incubación:

- **Huevos infértiles:** No fertilizados, sin desarrollo embrionario. La albúmina es más fluida, vitelino más consistente, el blastodisco es visible.
- **Mortalidad Fase I:** Se detuvo el desarrollo del primer al cuarto día de incubación. Las primeras fases del desarrollo embrionario son visibles, así como las estructuras anexas, hasta el desarrollo del saco vitelino.
- **Mortalidad Fase II:** Se detuvo el desarrollo del quinto al decimoséptimo día. La presencia del ojo es la característica más notoria, así como las etapas intermediarias del crecimiento.
- **Mortalidad Fase III:** Se detuvo el desarrollo embrionario desde el decimoctavo día hasta la picada de la cámara de aire. Pollo completamente desarrollado y el saco vitelino absorbiéndose o absorbido.
- **Huevos Picados No Nacidos (PNN):** Pollos que llegaron a picar el cascarón, pero no eclosionaron completamente.
- **Huevos Cascados:** Huevos sin contenido.

- **Huevos Contaminados:** Contaminación por hongos o bacterias. Olor y color característicos. Algunos explotan (huevos bomba).
- **Pollos de descarte o muertos en bandeja:** Pollos con alguna patología perinatal que provocó su muerte.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar y fecha de la investigación**

El proceso de incubación se realizó en la planta de incubación Tecniagro SAC, ubicada en la ciudad de Trujillo, La Libertad, Perú; la mortalidad embrionaria fue analizada en el laboratorio 2 de la escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Privada Antenor Orrego. La investigación se ejecutó en el mes de febrero del 2020.

#### **3.2. Selección del lote de aves**

En la presente tesis se trabajó con huevos de gallinas de 52 semanas con el fin de hallar las gravedades específicas requeridas para la evaluación.

Se eligió un lote identificado en la granja como "lote P17" con gallinas de 52 semanas, cuyos huevos fueron almacenados por 2 días.

#### **3.3. Muestra**

Un total de 1764 huevos incubables de la línea Cobb 500 fueron evaluados, comprendiendo las 14 repeticiones de cada grupo. La unidad experimental de cada repetición fue de 42 huevos incubables.

Al nacimiento, los pollos nacidos de estos huevos se les fue evaluada su calidad, peso y seco, tomándose una muestra de 20 pollos por cada repetición.

El diagnóstico de la mortalidad embrionaria se realizó con los huevos no eclosionados dejados en las bandejas nacedoras.

### **3.4. Grupos de evaluación en función de la gravedad específica**

Siguiendo las recomendaciones de Redondo (2003) mostradas en el Cuadro 4, se eligieron las siguientes gravedades específicas para realizar la experimentación.

Grupo 1: Huevos con Gravedad específica de  $< 1.075$

Grupo 2: Huevos con Gravedad específica de  $1.075 - 1.080$

Grupo 3: Huevos con Gravedad específica de  $> 1.080$

### **3.5. Medición de la gravedad específica mediante el método de solución salina**

#### **Proceso de preparación de las soluciones salinas**

En tres baldes se colocaron 2/3 de agua potable; luego, se añadieron los gramos de sal correspondiente, para obtener las soluciones, y se mezcló hasta diluir por completo. Teniendo como referencia que la gravedad específica de 1.075 se obtiene agregando 1875 g de sal en 4 galones de agua (15.14 litros), se fue agregando sal o agua hasta obtener una solución óptima. Se evaluaron con exactitud la concentración de las soluciones salinas con el densímetro. Al medir, si la lectura era correcta, se procedía a realizar la prueba, de lo contrario se agrega agua o sal según corresponda. Es preferible que las soluciones se preparen 12 horas antes y permanezcan en el mismo ambiente que los huevos a evaluar para que el agua esté a temperatura; al momento de empezar a realizar la prueba se mide con el densímetro para verificar la lectura.

### **Medición de la gravedad específica de los huevos con fines de agrupación**

Para la evaluación, colocar los baldes de menor a mayor concentración. El primer paso para realizar la prueba es sumergir la canasta con los huevos (que quepan sin sobreponerse unos con otros) al agua potable; luego, escurrir por 10 segundos y pasar al primer balde con solución salina por 20 segundos, recolectar los huevos que flotan y, finalmente, ponerlos en las celdas del balde correspondiente. Para siguiente solución, regresar al balde de agua potable, así no alterando la misma (anexo 1). Finalmente se distribuyeron los huevos según correspondió al grupo de evaluación.

### **3.6. Proceso de incubación**

Se utilizó una incubadora de carga mixta con una capacidad para 30000 huevos. Para el proceso de incubación, los huevos fueron colocados en la misma incubadora en paralelo. Se utilizaron 21 bandejas con capacidad para 84 huevos cada una que se colocaron al centro de la incubadora.

Luego de completar los 18 días de incubación los huevos fueron trasladados a las bandejas de nacimiento en donde cada repetición estuvo separada, evitando que los grupos y las repeticiones se mezclen entre sí.

### **3.7. Variables evaluadas**

#### **a. Nacimientos (%)**

- Nacimientos totales (%)
- Mortalidad embrionaria (n)

**b. Calidad el pollo recién nacido**

- Calidad (Anexo 3)
- Peso al nacimiento (g)
- Sexo

**3.7.1. Nacimiento**

Los nacimientos se expresan en porcentaje y se determinó contando los huevos descartados durante la transferencia y los huevos no nacidos en relación con los pollos nacidos.

**3.7.2. Calidad de los pollos recién nacidos**

Se utilizó el método de Cervantes para la evaluación física de los pollos recién nacidos de los tres grupos, considerándose una muestra de 20 pollos por cada repetición, la tabla de valoración se describe en el Anexo 3.

Fueron evaluados el peso, apariencia (apático o normal), piernas (torcidas o normales), tarsos (rojos o normales), dedos (torcidos, enroscados o normales), ojos (anormales o normales), cloaca (emplastada o normal), ombligo (anormal o normal) e hidratación (deshidratado o normal), cada pollo individualmente, marcando 0 si es negativo y 1 si es normal.

Luego, se sumaron los puntos de cada sección y se multiplica por el factor correspondiente. La suma de las multiplicaciones debe ser menor o igual de 100 por repetición. Finalmente, la suma de los grupos de pollos se promedia y se obtiene la calificación final. Según Cervantes, citado por

Pachón (2007) los grupos que obtienen menos de 70 son pollos no aceptables, de 70-79 son pobres, de 80-89 son adecuados, de 90-94 son buenos, de 95-99 son muy buenos y 100 son excelentes.

### **3.7.3. Peso al nacimiento**

Dentro de la evaluación de calidad, se consideró el pesado de los pollos a evaluar. Al finalizar, se promediaron los pesos para obtener el promedio de cada repetición.

### **3.7.4. Sexo de los pollos recién nacidos**

Los pollos que eran evaluados mediante el método de Cervantes también fueron sexados viendo el plumaje de sus alas (velocidad de emplumado).

### **3.7.5. Mortalidad embrionaria**

Los huevos dejados en las bandejas nacedoras, al final de la ventana de nacimiento, pasaron por una Embriodiagnosia para determinar en qué momento fue interrumpida su incubación. Los diagnósticos fueron categorizados basándose en lo descrito por Plano y Di Matteo (2001): Huevo infértil, mortalidad en fase 1, mortalidad en fase 2, mortalidad en fase 3, huevos cascados, huevos picados no nacidos, huevos contaminados y pollos muertos en bandeja (Anexo 4).

## **3.8. Diseño experimental**

Los 1736 huevos fueron agrupados de acuerdo a la gravedad específica y distribuidos a través de un Diseño Completamente al Azar. Se utilizaron 3 grupos y 14 repeticiones, cada repetición de 42 huevos.



El Diseño Completamente al Azar es representado por la siguiente fórmula:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$y_{ij}$  = Gravedad Específica

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto de la gravedad específica

### 3.9. Análisis estadístico

Un análisis de varianza (ANOVA) fue utilizado para determinar la existencia o no de diferencia estadística entre los 3 grupos de gravedad específica sobre el porcentaje de nacimiento, peso y calidad del pollo. Se utilizó la prueba medias de Tukey para conocer la significancia estadística entre las gravedades.

Para determinar si existe relación entre la gravedad específica y el sexo, así como, entre la gravedad específica y la mortalidad embrionaria, se realizó el análisis de Chi cuadrado.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Nacimiento y peso al nacimiento de los pollos

En el Cuadro 5 se muestran los resultados de los nacimientos (%) y peso al nacimiento (g), donde el grupo con la densidad mayor a 1.080, tienen significativamente mayor porcentaje de nacimientos con 82.14% ( $p < 0.05$ ), mientras que para la variable peso al nacimiento no hay significancia estadística entre grupos. ( $p = > 0.05$ )

Cuadro 5 Porcentaje de nacimiento y peso al nacimiento de pollitos en función de la gravedad específica del huevo.

Variables <sup>1</sup>	Gravedad Específica			P
	Menor a 1.075	1.075 a 1.080	Mayor a 1.080	
Nacimiento (%)	69.90 ± 2.64b	74.83 ± 2.64b	82.14 ± 2.64a	0.001
Peso al nacimiento (g)	52.87 ± 0.72a	52.69 ± 0.72a	53.60 ± 0.72a	0.39

<sup>1</sup> Medias con la misma letra en la misma fila no difieren significativamente por la prueba Tukey ( $p < 0.05$ ).

### 4.2. Mortalidad embrionaria

El recuento de los huevos residuales diagnosticados se aprecia en el Cuadro 6. El análisis chi-cuadrado solamente muestra relación entre los huevos contaminados y la gravedad específica ( $p < 0.05$ ).

Cuadro 6. Recuento de la embriodiagnos en relación de la gravedad específica del huevo.

Embriodiagnos <sup>2</sup>		Gravedad específica			Total N=333 (%)	P <sup>1</sup>
		Menor a 1.075 N= 132 (%)	Entre 1.075 a 1.080 N= 115 (%)	Mayor a 1.080 N =86 (%)		
H. infértil	Sí	42 (41.6)	37 (36.6)	22 (21.8)	101 (100)	0.538
	No	90 (38.8)	78 (33.6)	64 (27.6)	232 (100)	
Fase 1	Sí	5 (26.3)	7 (36.8)	7 (36.4)	19 (100)	0.391
	No	127 (40.4)	108 (34.4)	79 (25.2)	314 (100)	
Fase 2	Sí	10 (27.8)	17 (47.2)	9 (25.0)	36 (100)	0.190
	No	122 (41.1)	98 (33.0)	77 (25.9)	297 (100)	
Fase 3	Sí	16 (30.2)	17 (32.1)	20 (37.7)	53 (100)	0.082
	No	116 (41.4)	98 (35.0)	66 (23.6)	280 (100)	
H. picado	Sí	15 (36.6)	12 (29.3)	14 (34.1)	41 (100)	0.419
	No	117 (40.1)	103 (35.3)	72 (24.7)	292 (100)	
H. cascado	Sí	1 (100.0)	0 (00.0)	0 (00.0)	1 (100)	0.466
	No	131 (39.5)	115 (34.6)	86 (25.9)	332 (100)	
H. contaminado	Sí	34 (52.3)	21 (32.3)	10 (15.4)	65 (100)	0.033
	No	98 (36.6)	94 (35.1)	76 (28.4)	268 (100)	
Pollo descarte	Sí	9 (52.9)	4 (23.5)	4 (23.5)	17 (100)	0.481
	No	123 (38.9)	111 (35.1)	82 (25.9)	316 (100)	

<sup>1</sup> Asociación entre los grupos presente cuando chi-cuadrado  $P < 0.05$ .

<sup>2</sup> H. infértil: huevo infértil; Fase 1: mortalidad del primer al cuarto día de incubación; Fase 2: mortalidad del quinto al decimoséptimo día; Fase 3: mortalidad del decimoctavo hasta la preparación para eclosión; H. picado: huevo picado, pollos que picaron el cascarón, sin nacer por completo; H. cascado: huevo cascado, sin contenido; H. contaminado: huevo contaminado con bacterias u hongos con olor fétido; pollo descarte: pollo con patologías perinatales fatídicas.

### 4.3. Calidad de pollo recién nacido

El cuadro 7, muestra los resultados de la calidad de los pollos recién nacido, donde las características de apariencia, ombligo e hidratación de la gravedad específica mayor a 1.080 fueron significativamente mejores ( $p < 0.05$ ), en comparación a las otras dos gravedades específicas.

El promedio total de las características de la calidad de pollo recién nacido, muestra diferencia significativa entre las categorías de evaluación ( $p < 0.005$ ), siendo la gravedad específica mayor a 1.080 la mejor; la gravedad específica entre 1.075 a 1.080, regular; y, la menor a 1.075, baja.

Cuadro 7. Calidad de los pollos recién nacidos, mediante el método de Cervantes en función de la gravedad específica del huevo.

Parámetros al nacimiento <sup>1</sup>	Gravedad Específica			P
	Menor a 1.075	1.075 a 1.080	Mayor a 1.080	
Apariencia	11.69±0.48c	14.94±0.48b	17.45±0.48a	< 0.00
Piernas	11.62±0.09a	11.53±0.09a	11.65±0.09a	0.34
Tarsos	8.52±0.42b	9.23±0.42b	10.57±0.42a	< 0.00
Dedos	5.77±0.10a	5.67±0.10a	5.79±0.10a	0.39
Ojos	5.86±0.03a	5.90±0.03a	5.88±0.03a	0.36
Cloaca	5.75±0.07a	5.75±0.07a	5.88±0.07a	0.11
Ombbligo	14.94±0.81c	17.79±0.81b	20.65±0.81a	< 0.00
Hidratación	14.48±0.60b	13.02±0.60c	17.00±0.60a	< 0.00
<b>Total</b>	<b>78.63±1.35c</b>	<b>83.84±1.35b</b>	<b>94.88±1.35a</b>	<b>&lt; 0.00</b>

<sup>1</sup> Medias con la misma letra en la misma columna no difieren significativamente por la prueba Tukey ( $p < 0.05$ ).

#### 4.4. Sexo

En el Cuadro 8 se observan los resultados del sexaje realizado a los pollos nacidos de los huevos con gravedad específica <1.075, de 1.075 a 1.080 y >1.080. No hay significancia estadística entre el sexo de los pollos y la gravedad específica ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 8. Recuento del sexaje en relación a la gravedad específica del huevo

Sexo	Gravedad específica			Total	p <sup>1</sup>
	Menor a 1.075	1.075 a 1.080	Mayor a 1.080		
Macho	144 (50.2%)	147 (52.5%)	150 (53.57%)	441	0.879
Hembra	136 (49.8%)	133 (47.5%)	130 (46.3%)	399	
Total	280	280	280	840	

<sup>1</sup> Asociación entre los grupos presente cuando  $p < 0.05$ .

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Porcentaje de nacimiento

De un total de 588 huevos incubados con menos de 1.075 de gravedad específica, se obtuvo 68.11% de nacimientos, siendo el grupo con menor porcentaje de nacimiento. Esto coincide con los resultados obtenidos por Bennett (1992) los cuales describieron que el porcentaje de nacimiento de una cáscara delgada (de gravedad específica menor a 1.080), disminuía entre 3 a 9% respecto a los de cáscara gruesa (de gravedad específica mayor a 1.080), en reproductoras de 30 a 60 semanas. Del mismo modo, el porcentaje de nacimiento de los huevos evaluados en esta tesis, con gravedad específica entre 1.075 a 1.080, fue de 74.83% ,que comparado con el porcentaje de los huevos con gravedad específica mayor a 1.080 (82.14%), es estadísticamente diferente ( $p < 0.05$ ).

En 2015, Álvarez; logró identificar que, de producirse fracturas y micro fracturas en la cáscara, estas alterarían el porcentaje de huevos incubables y/o huevos desechados. Los hallazgos del presente trabajo difieren con estudios realizados previamente, donde se sostenía que el grosor de la cáscara no era un factor determinante en el porcentaje de nacimiento y sostienen que los huevos con una gravedad específica de 1.070 eclosionan igual que los huevos con gravedad específica más alta (Álvarez, 2015; Bramwell y otros, 2019).

Los huevos con gravedad específica de 1.065 tienen 27.3% de rupturas; sin embargo, los huevos con gravedad específica de 1.085 y 1.090 tienen 2.4% y 0.7% respectivamente (North, 1986). Esto podría indicar que el porcentaje de nacimiento en los grupos de menor gravedad específica se vio afectado por el alto porcentaje de rupturas en la cáscara.

La mortalidad embrionaria (Cuadro 6) realizada a los huevos no eclosionados obtuvo, como resultado, una existente relación entre los huevos contaminados y la gravedad específica ( $p < 0.05$ ); siendo la gravedad específica menor a 1.075 la más contada, ocasionado posiblemente por micro fracturas en la cáscara (Cuadro 3). Plano y Di Matteo (2001) explican que para evitar una penetración bacteriana la gravedad específica debe ser mayor a 1.090.

De igual modo, la mala calidad de la cáscara predispone roturas, y así, un alto índice de huevos contaminados, debido a la permeabilidad de la cáscara (Plano y Di Matteo, 2001). La razón por la que la cáscara se haya visto afecta, y como resultado obtener una calidad mala de esta, puede variar entre varias situaciones, como la nutrición, enfermedades, estrés, temperatura del ambiente y edad (Avinews, 2016; Quintana, 1999; North, 1986; Ortiz y otros, 2009; Novo, 1997)

## **5.2. Calidad del pollo recién nacido.**

Para evaluar la calidad de pollo recién nacido se utilizó la prueba de Cervantes. Se muestrearon 20 pollos de las 14 repeticiones constituyentes a cada uno de los tres grupos.

Se determinó que existe diferencia significativa entre los grupos en las categorías de: apariencia, ombligo, hidratación y en total ( $p < 0.05$ ); en la categoría de tarsos, se encontró diferencia significativa entre las dos gravedades específicas menores y la mayor, siendo la mayor quien obtuvo mejor resultado (Cuadro 6).

La calidad de la cáscara jugaría un rol importante al momento de controlar la temperatura, humedad e intercambio gaseoso en el huevo, ya que se sabe que, a menor gravedad específica, menor es el grosor de la

cáscara, menor fuerza estructural y menor estabilidad de la frescura del huevo (Quintana, 2011); es decir, el embrión estaría más expuesto a los cambios en el ambiente y no podría regular su temperatura con la misma normalidad. Esto se podría traducir en un embrión sobrecalentado, deshidratado y débil al nacimiento debido a las cáscaras finas tienden a tener más pérdida de humedad (Deeming, 1995).

Nuevamente, los resultados obtenidos en el presente trabajo difieren con la literatura disponible del tema en los cuales indican que no hay diferencias significativas respecto a los grupos estudiados y calidad de pollo recién nacido. En 2016, Sandí determinó que no había diferencia respecto a tamaño del pollo (forma en la que fue medida la calidad) y la gravedad específica entre los grupos. Las diferencias entre los estudios descritos y la presente tesis podrían ser debido al tamaño de muestra en el estudio de Sandí (504 vs 1764 huevos), tipo de diseño experimental (14 repeticiones en 3 grupos), edad de las gallinas reproductoras (diversas edades vs lote único de 52 semanas), siendo este trabajo más completo y específico.

Parte de la evaluación física de Cervantes es el pesado de los pollos recién nacidos; en el presente estudio no se encontró diferencia significativa entre los pesos de los pollos de las tres gravedades específicas evaluadas ( $p > 0.05$ ) (Cuadro 7). Esto podría ser debido a que el peso del huevo está directamente correlacionado al peso del pollo al nacer (Pinchasov, 1991), y no necesariamente a la calidad de la cáscara ya que un huevo pequeño con una gravedad específica alta seguiría dando un pollo de bajo peso. Se suele considerar al peso inicial de los pollos como indicador del peso final del mismo; Willemsen (2008), demostró que existe correlación entre el peso del pollo recién nacido y el peso ganado a los 42 días en pollos Cobb de reproductoras de 42 semanas. Los resultados obtenidos indicarían que los pollos de las 3 gravedades específicas no tendrían diferencias en los pesos al final de su producción.



Junto a la evaluación física y pesado, se hizo el sexaje de los pollos en evaluación. El análisis chi-cuadrado, en el Cuadro 8, no encontró relación entre el sexo de los pollos y la gravedad específica ( $p > 0.05$ ). Así como lo especifica Casaubon y Huguenin (2015), el sexo es determinado por la carga cromosómica de la gallina, ya que es la heterogamética y la homogamética del macho, cuya unión se realiza en el infundíbulo, es decir, antes de la formación de todas las partes del huevo, incluido el cascarón.

En conclusión, la gravedad específica de los huevos está relacionada a la calidad del pollo recién nacido, en donde la gravedad específica menor se traduce a una cáscara más delgada cuya consecuencia es la pérdida de humedad en la incubación. Asimismo, la gravedad específica también está relacionada a la frecuencia de huevos contaminados, debido a la mala calidad de la cáscara que lleva a la permeabilidad de la misma por agentes infecciosos (hongos y bacterias). Los datos obtenidos en la presente tesis podrían indicar un déficit nutricional, de minerales o vitaminas, en especial la Vitamina D la cual tiene un papel en el metabolismo del calcio (Rojas, 2017), por eso el constante monitoreo de la gravedad específica ayudaría a identificar y solucionar estos problemas a tiempo.

## **VI. CONCLUSIONES**

El porcentaje de nacimiento, la calidad del pollo recién nacido y la mortalidad embrionaria (huevos contaminados) son afectados por la gravedad específica del huevo incubado. Siendo la gravedad específica mayor a 1.080 la que obtiene mejores resultados.

La calidad del pollo recién nacido está directamente relacionada a la gravedad específica.

El peso y sexo del pollo recién nacido no es afectado por la gravedad específica del huevo incubado.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Implementación de la evaluación, registro y monitoreo permanente de la gravedad específica (mediante la prueba de sumersión en agua salina) en todos los lotes de la empresa avícola.

Realizar a criterio la prueba microbiológica y serológica de Cervantes para complementar el trabajo.

Realizar futuras pruebas con más medidas de gravedad específica.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Abad, J., García, F. 2003. Valoración de la calidad de pollito. Recuperado de: [http://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/juan\\_carlos\\_abat.pdf](http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/juan_carlos_abat.pdf)

Álvarez, N. 2015, Identificación de la calidad de cáscara de huevo fértil e incidencia en el porcentaje de nacimiento mediante la determinación de peso específico en reproductoras pesadas línea Cobb Avian48. Universidad Cooperativa De Colombia. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12494/68>.

Astullido, B., Zhingre, M. 2016. Evaluación De La Calidad Microbiológica, Serológica Al Día De Recepción Y El Rendimiento Zootécnico En Dos Líneas Genéticas De Pollos De Engorde. Universidad de Cuenca. Ecuador.

Avinews. 2016. Estrés por calor en ponedoras. Vol. Agosto. Recuperado de: [https://avicultura.info/download/estres-calor-ponedoras\\_2.pdf](https://avicultura.info/download/estres-calor-ponedoras_2.pdf).

Bennett, C. 1992. The Influence of Shell Thickness on Hatchability in Commercial Broiler Breeder Flocks, J. Appl. Poultry Res. Vol. 1. Páginas 61-65

Boleli, I., Morita, V., Matos, Jr., Thimotheo, M., Almeida, V. 2016. Poultry Egg Incubation: Integrating and Optimizing Production Efficiency. En Revista Brasileira de Ciência Avícola. Special Issues Incubation/ 001-016.

Bramwell, K., Moyle, J., Yoho, D. 2008. Effect of Incubating Poor Quality Broiler Breeder Hatching Eggs on Overall Hatchability and Hatch of Fertile. Avian Advice. Vol. 10 N°. 4.

Campo, J.L., M.G. Gil, S.G. Dávila y I. Muñoz. 2004. Determinación del sexo en pollitos de un día. ITEA (2004). Vol. IOOA N.º 3, 202-205.

Castello, L. 2010. Producción de huevos. Selecciones avícolas, ISSN 0210-0541, Vol. 55, N.º. 4, 2013, págs. 22-25

Casaubon y Huguenin, Marie Therese. 2015. «Anatomo-fisiología del aparato reproductor de las aves». Universidad Nacional Autónoma de México.

Cervantes, H. 2010. Evaluación y diagnóstico de la calidad de pollitos. Recuperado de: <http://www.elsitioavicola.com/articles/1886/evaluacion-y-diagnostico-de-la-calidad-de-los-pollitos-1/>

Cortázar, J. 2008. Aspecto – Calidad del pollito recién nacido. En Selecciones Avícolas Vol. 3 19/23-5-2008.

Costa, E. 2018. Evaluación de la calidad de la cáscara del huevo. En Cobb, Septiembre 2018. p. 1-4.

Deeming D. 1995 Factors affecting hatchability during commercial incubation of ostrich (*Struthio camelus*) eggs. *Br Poult Sci.* 1995;36(1):51-65. doi:10.1080/00071669508417752

Deeming, D. 2002. The role of egg turning during incubation. Páginas 27-32, en “Practical aspects of commercial incubation in poultry”. D.C. Deeming, ed. Ratite Conf. Books, Oxford, UK.

EcoRed. 2019. Densímetro. Recuperado de: <https://www.ecured.cu/index.php?title=Dens%C3%ADmetro&oldid=3361874>.

El-zeniny, A., El-Kaiaty, A., El-Allawy, H., Safaa, H., Kamel, G., Alm El-Din, A., Abd El-Azeem, N. 2019. Influence of thermal manipulation during embryonic development on hatchability traits and secondary sex ratio of broiler chicks. *Egyptian Poultry Science Journal*, 39(4), 825-833. doi: 10.21608/epsj.2019.67488

García, N. 2015. What is Specific Gravity? Definition, Formula, calculation and examples. Recuperado de: <https://study.com/academy/lesson/what-is-specific-gravity-definition-formula-calculation-examples.html>

Gualhanone, A, Furlan, RL, Fernandez-Alarcon, MF, & Macari, M. (2012). Effect of breeder age on eggshell thickness, surface temperature, hatchability and chick weigh. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 14(1), 09-14. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2012000100002>

Hafez, E. 2000. Reproducción e inseminación artificial en animales. Séptima Edición. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana Editores, S.A de C.V. México, D.F. 2004. pp. 84-160.

Haynes, C. 1990. Cría doméstica de pollos. Editorial Limusa. México, DF. 318 p.

Hernando, A., 1990. Factores que influyen sobre el huevo incubable. En *Selecciones Avícolas*. Octubre 1990, pp. 296.

Jordan, F., Pattinson, M. 1998. *Poultry diseases*. Estados Unidos: WB Saunders.

Joseph, N., Robinson, N., Renema, R., Robinson F. 1999. Shell Quality and Color Variation in Broiler Breeder Eggs, *J. Appl. Poultry Res.* Vol. 8. Páginas

70-74.

Kaletka, E., Redmann, T. 2008. Approaches to determine the sex prior to and after incubation of chicken eggs and of day-old chicks. *World's Poultry Science Journal*, 64(03), 391–399. doi:10.1017/s0043933908000111

Lesur, L. 2003. *Manual de Avicultura*. Distrito Federal, México: Trillas.

Lundy, H., 1969. A review of the effects of temperature, humidity and gaseous exchange environment in the incubator on the hatchability of the hens' eggs. Páginas 143-176, en "The fertility and hatchability of the hen's egg". T.C. Carter y B.M. Freeman, ed. Oliver y Boyd, Edinburgh, UK.

North, M. 1986. *Manual de Producción Avícola*. Distrito Federal, México: El Manual Moderno.

Novo, R., Gama, L., Chaveiro, M. 1997. Effects of Oviposition Time, Hen Age and Extra Dietary Calcium on Egg characteristics and Hatchability. *J. Appl. Poultry Res.* Vol. 6. Páginas 335-343.

Ortiz, A., Mallo, J. 2009. Factores que afectan a la calidad externa del huevo. Recuperado de: [http://www.norel.es/es/system/files/factores\\_que\\_afectan\\_a\\_la\\_calidad\\_d\\_el\\_huevo.pdf](http://www.norel.es/es/system/files/factores_que_afectan_a_la_calidad_d_el_huevo.pdf).

Ortiz, A. 2011. Alimentando a la ponedora actual. Recuperado de: <http://www.avicultura.com.mx/avicultura/home/articulos.asp>.

Pachón, L. 2007. Factores determinantes de un pollito de buena calidad. Recuperado de: <https://www.engormix.com/MA-avicultura/genética/articulos/factores-determinantes-pollitosbuenos-t25103/103p0.htm>.

Peebles, E., Gardner, C., Brake, J., Benton, C., Bruzal, J., Gerard, P. 2000. Albumin height and yolk and embryo compositions in broiler hatching eggs during incubation. *Poultry Science* 79, 1373 -1377.

Pinchasov Y. 1991. Relationship between the weight of hatching eggs and subsequent early performance of broiler chicks. *Br Poult Sci.* 1991;32(1):109-115. doi:10.1080/00071669108417332

Plano, C., Di Matteo, A. 2001. Atlas de la patología de la incubación del pollo, 119.

Quintana, J. 1999. Avitecnia: Manejo de las aves domésticas más comunes. México: Trillas.

Quintana, J. 2011. Análisis del cascarón del huevo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: <https://industriaavicola.net/articles/10749-analisis-del-cascaron-del-huevo>.

Real Academia Española. 2017. Diccionario de la Lengua Española. 23ª edición. Recuperado de: <https://dle.rae.es/?id=CCQf4oK>.

Redondo, P. 2003. Verificación de la calidad del huevo. 2015. Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Agrícola. INEA. Recuperado de: [http://lan.inea.org:8010/web/zootecnia/Monogastricos/calidad\\_huev.htm](http://lan.inea.org:8010/web/zootecnia/Monogastricos/calidad_huev.htm)

Ricaurte, S. 2005. Embriodiagnos y ovoscopia. Análisis y control de calidad de los huevos incubables. En Revista Electrónica de Veterinaria REDVET Vol. VI N° 3, Marzo 2005/ ISSN 1695-7504.



Sandí, A. 2016. Efecto de la gravedad específica del huevo fértil, sobre la calidad del pollito de un día en tres lotes de reproductoras pesadas. Recuperado de: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10\\_1608.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1608.pdf)  
Solé, V., Castelló, J. 1986. Manual Práctico de Avicultura. Barcelona: Escuela Oficial de Avicultura, Vol 2. COVB.

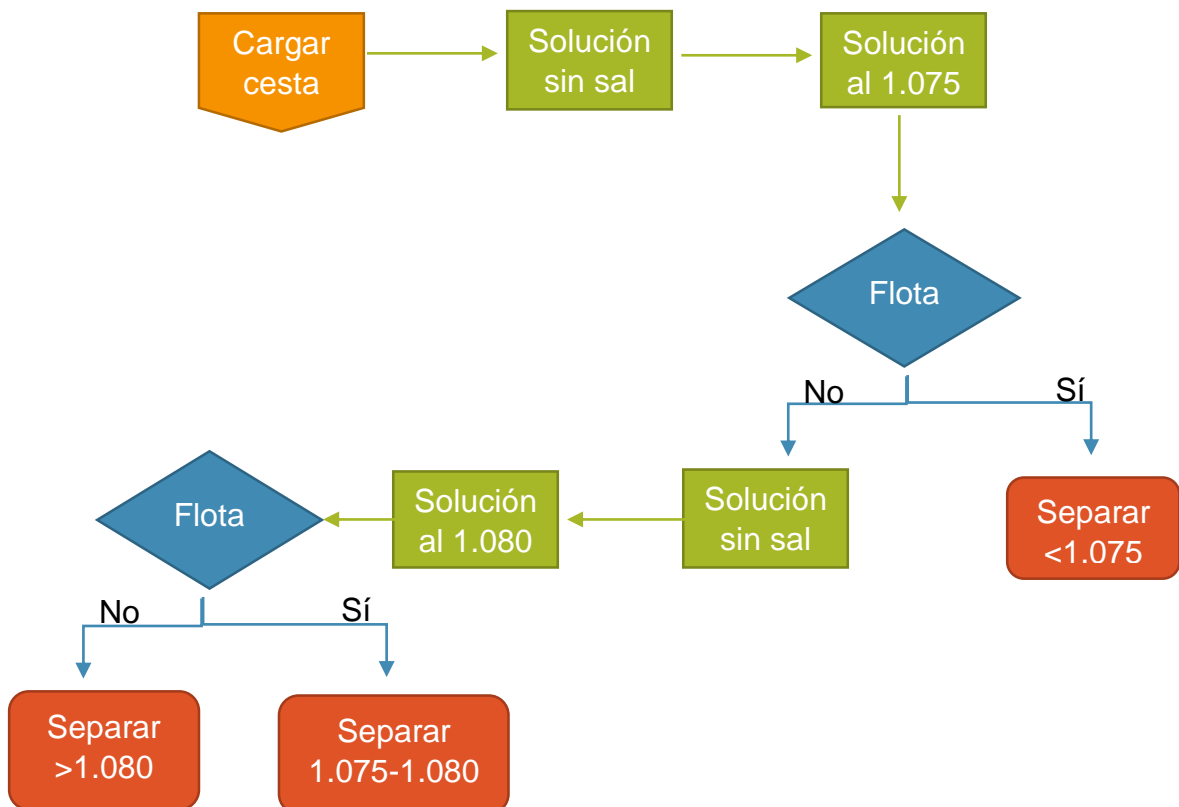
Tzschentke, B., Halle, I. 2010. Influence of temperature stimulation during the last 4 days of incubation on secondary sex ratio and later performance in male and female broiler chicks, *British Poultry Science*, Vol. 51, Número 2, Pág. 308.

Ulmer, A., Fasenko, G., O'Dea, E. 2010. Hatching egg characteristics, chick quality, and broiler performance at 2 breeder flock ages and from 3 egg weights, *Poultry Science*, Vol. 89, Edición 12, Páginas 2735–2742.

Willemsen, H., Everaert, N., Witters, A., De Smit, L., Debonne, M., Verschuere, F., Garain, P., Berckmans, D., Decuypere, E., Bruggeman, V., 2008. Critical assessment of chick quality measurements as an indicator of posthatch performance. *Poult. Sci.*, 87: 2358-2366.

## IX. ANEXOS

Anexo 1. Flujograma de la determinación de la gravedad específica mediante la sumersión en solución salina



## Anexo 2. Contabilidad de los huevos incubados de los 3 grupos.

## - Grupo 1: Gravedad específica &lt;1.075

<1.075	INICIAL	TRANSFERENCIA	NO ECLOSIONADOS
	588	45	132
<b>% NACIMIENTO</b>	<b>69.89795918</b>		
<b>EMBRIODIAGNOSIS</b>	<b>Columna2</b>	<b>TOTAL PERDIDA</b>	<b>HUEVOS NACIDOS</b>
Huevos infértiles	42		
M.E. temprana o Fase I	5		
M.E. media/intermedia o Fase II	10		
M.E. Tardía o Fase III	16		
Huevos Picados No Nacidos (PNN)	15		
Huevos Cascados	1		
Huevos contaminados o bomba	34		
Pollitos de descarte. Muertos en Bandeja	9		
<b>TOTAL</b>	<b>132</b>	<b>177</b>	<b>411</b>

## - Grupo 2: Gravedad específica entre 1.075 a 1.080

1.075-1.080	INICIAL	TRANSFERENCIA	NO ECLOSIONADOS
	588	33	115
<b>% NACIMIENTO</b>	<b>74.82993197</b>		
<b>EMBRIODIAGNOSIS</b>	<b>Columna2</b>	<b>TOTAL PERDIDA</b>	<b>HUEVOS NACIDOS</b>
Huevos infértiles	37		
M.E. temprana o Fase I	7		
M.E. media/intermedia o Fase II	17		
M.E. Tardía o Fase III	17		
Huevos Picados No Nacidos (PNN)	12		
Huevos Cascados	0		
Huevos contaminados o bomba	21		
Pollitos de descarte. Muertos en Bandeja	4		
<b>TOTAL</b>	<b>115</b>	<b>148</b>	<b>440</b>

## - Grupo 3: gravedad específica &gt;1.0.80

>1.080	INICIAL	TRANSFERENCIA	NO ECLOSIONADOS
	588	19	86
<b>% NACIMIENTO</b>	<b>82.14285714</b>		
<b>EMBRIODIAGNOSIS</b>	<b>Columna1</b>	<b>TOTAL PERDIDA</b>	<b>HUEVOS NACIDOS</b>
Huevos infértiles	22		
M.E. temprana o Fase I	7		
M.E. media/intermedia o Fase II	9		
M.E. Tardía o Fase III	20		
Huevos Picados No Nacidos (PNN)	14		
Huevos Cascados	0		
Huevos contaminados o bomba	10		
Pollitos de descarte. Muertos en Bandeja	4		
<b>TOTAL</b>	<b>86</b>	<b>105</b>	<b>483</b>

## Anexo 3. Prueba Cervantes para la evaluación física

Lote			Línea reproductora										Edad		
Grupo			Repetición							Fecha					
Pollito	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Factor	Resultado		
Peso															
Apariencia															
Apático															
Normal												X	1.77		
Piernas															
Torcidas															
Normales												X	1.17		
Tarsos															
Rojos															
Normales												X	1.17		
Dedos															
Torcidos															
Enroscados															
Normales												X	0.59		
Ojos															
Anormales															
Normales												X	0.59		
Cloaca															
Emplastada															
Normal												X	0.59		
Ombigo															
Anormal															
Normal												X	2.35		
Hidratación															
Deshidratado															
Normal												X	1.77		



## Anexo 5. Evaluación de variables



## A. Sumersión de los huevos dentro de la solución salina



## B. Huevos con la gravedad específica de la solución en el balde flotan y son separados en las jabas frente a estos.



C. Ubicación céntrica de las jabas dentro de la incubadora



D. Clasificación de los huevos residuales para posterior embriodiagnosis





E. Evaluación física de Cervantes y pesado.



F. A la izquierda, pollo recién nacido de excelente calidad; a la derecha, pollo recién nacido de mala cal





G. Embriodiagnosis